Die Epidermis des Weizenblattes
bei den verschiedenen Kulturformen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

vorgelegt von

Meinert Lorenzen
aus **Krakebüll** (Provinz Schleswig-Holstein).

◆◆◆

Halle (Saale)
Buchdruckerei Hohmann
1920.

Referent: Prof. Dr. Karsten.

Promotionstag: 17. November 1919.

Meinen Eltern!

Inhalt.

Seite

I. Einleitung 5

II. Allgemeiner Teil 5

a) Anatomischer Bau von Blattscheide und Blattspreite 9

b) Anpassungen an Klima und Standort 13

c) Die Epidermis in den verschiedenen Entwicklungsstadien 16

III. Spezieller Teil 19

a) Charakterisierung der einzelnen Sorten . . 19

b) Tabellen 36

c) Photographien 43

IV. Ergebnisse 45

V. Literaturangabe 47

Die Epidermis des Weizenblattes bei den verschiedenen Kulturformen.

Einleitung und allgemeiner Teil.

Seit den grundlegenden Untersuchungen über den anatomischen Bau der Graminien-Blätter von Duval-Jouve im Jahre 1875 ist eine Reihe von Arbeiten erschienen, die sich teils mit der Anatomie einzelner Gewebearten, teils mit der Gesamt-Anatomie der Laubblätter der Gräser beschäftigen. Jch weise auf die am Schluß der Arbeit angegebene Literatur hin. Bei dem großen Artenreichtum der Gräser konnten in den meisten Arbeiten naturgemäß nur wenige Vertreter der verschiedenen Arten behandelt werden. Auch die im Jahre 1915 der hiesigen Universität vorgelegte Dissertation des W. Heuser über die Bedeutung der Zellgröße für die Pflanzenzüchtung geht von dem Hauptvertreter der Weizengruppe Triticum vulgare aus, ohne genügend die verwandten Arten zu Schlußfolgerungen heranzuziehen. Diese Tatsache bewog Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Wohltmann zur Anregung vorliegender Untersuchung, die ich unter Anleitung von Herrn Prof. Dr. Karsten im Botanischen Institut ausgeführt habe.

Ein Blick auf die mannigfaltigen Formen der Weizengruppe, wie sie in Abbildung 1 und 2 zur Darstellung gebracht sind, lehrt uns, daß die Entwicklung dieser Pflanze im Laufe der Jahrhunderte verschiedenartig gewesen sein muß. Als Stammform für das Einkorn wird Triticum aegilopodioides angesehen, die mir in zwei Exemplaren als Triticum aegilop. Thaoudar und Trit. aegilop. boeoticum vom Herbarium Hausknecht in Weimar zu Verfügung gestanden hat, von dort

erhielt ich auch die Stammform des Emmer, Trit. dicocoides. Das von mir untersuchte Material bestand aus Blättern nachfolgender Pflanzen: Triticum monococcum monather var. vulgare, Trit. mon. monather var. Hornemanni, Trit. mon. diather, Trit. dicoccum semicanum, Trit. dic. Körnickeanum album, Trit. dic. Körn. rufum, Trit. dic. pycnurum, Trit. durum murciense, Trit. durum africanum, Trit. turgidum lusitanicum, Trit. turg. jodurum, Tr. turg. speciosum, Tr. turg. (Wohltmanns schwarzer Bartweizen), Tr. spelta album, Tr. spelta Arduini, Tr. spelta Duhamelianum, Tr. spelta vulpinum, Tr. spelta coeruleum, Tr. compactum creticum, Tr. comp. icterinum, Tr. comp. clavatum, Tr. vulgare milturum, Wohltmanns Grüne Dame, Wohltmanns Blaue Dame, Tr.vulgare Barbarossa, Tr. vulgare lutescens, Tr. polonicum, Tr. capitatum: Krafft's Dickkopf.

Vom polnischen Weizen standen mir 2 verschiedene Formen, als Tr. polonicum vestitum und Tr. pol. villosum, vom hiesigen Landwirtschaftlichen Versuchsfeld zur Verfügung. In der Arbeit von W. Heuser ist der zu darum gezählte Malagaweizen zu Trit. vulgare zu rechnen.

Sämtliche Sorten entstammen der Pflanzenzuchtstation. An dieser Stelle spreche ich Herrn B. Kalt, Leiter der Pflanzenversuchsstation meinen herzlichen Dank aus für Rat und Hilfe bei Auswahl der Sorten, sowie bei Anlage der Versuchsbeete.

Um die verschiedenen Sorten unter verschiedenen Bedingungen kennenzulernen, habe ich zunächst im Treibhaus und im Garten des Botanischen Instituts, dann im Versuchsfeld des Landwirtschaftlichen Instituts Anbauversuche gemacht. Die Blätter der Treibhauspflanzen habe ich nach vier Wochen in Chloralhydrat gelegt und als sie durchsichtig waren, untersucht. Durch die Benutzung eines Kreuztisches und des Okular-Netzmikrometers habe ich nacheinander die verschiedenen Streifen der Epidermis einstellen können. Auz zehn Beobachtungen wurde die Mittelzahl in die Tabelle eingetragen.

Bevor ich auf die besonderen Unterschiede im Blattbau selbst eingehe, will ich in dem folgenden Abschnitt der Arbeit

die allgemeinen anatomischen Verhältnisse der Blatt-Epidermis des Weizens auseinandersetzen.

Da die Epidermis keineswegs in allen Teilen aus denselben Zell-Elementen zusammengesetzt ist, erweist es sich als zweckmäßig, verschiedene Regionen oder Streifen zu unterscheiden.

1. Streifen über Bast,
2. Streifen über Parenchym,
3. Streifen über der Mittelrippe und
4. Streifen über dem Rande.

Innerhalb dieser Streifen gibt es große Unregelmäßigkeiten; es können Reihen aus reinen Langzellen mit solchen aus Lang- und Kurzzellen abwechseln. Die Längs- und Quer-Ränder können glatt und wellig bis knotig verdickt erscheinen. In den gemischten Reihen folgt auf eine Kieselzelle, die meist sattel- oder ellipsenförmig und stets glattwandig ist, eine mit gewellten und getüpfelten Wänden versehene, viereckige Kork-Kurzzelle (Erklärung S. 16*), auf diese eine Langzelle. Die Unregelmäßigkeit in den gemischten Reihen wird dadurch erhöht, daß ein Teil der Kieselzellen zu Bast-Stachelhaaren, ein Teil der Kork-Kurzzellen zu Winkelhaaren ausgewachsen ist.

In den Streifen über Parenchym wechseln Langzellen mit Spaltöffnungszellen ab. Hin und wieder tritt an die Stelle der Spaltöffnung ein Winkelhaar oder eine rechteckige Kurzzelle, die etwas breiter als lang ist. Die Randstreifen zeigen im Wesentlichen dieselben Elemente wie die übrigen Streifen. Es fehlen ihnen die Winkelhaare. Dagegen ist ein großer Teil der Kurzzellen zu mächtigen Rand-Stachelhaaren, die unmittelbar am Blattrande den Langzellen angebaut erscheinen, ausgewachsen. Die Epidermis der Unterseite zeigt ungefähr denselben Bau wie die entsprechenden Streifen der Oberseite, nur ist hier eine geringere Zahl von Kurzzellen zu Haaren umgebildet. Wie ist diese Veränderlichkeit im Bau eines Blattes möglich? — Die wachsende Haut oder Epidermis ist dehnbar, teigartig, manchmal sogar schleimartig. Der Turgor steht nach Sachs und de Vries in ursächlichem Zusammenhang mit dem Wachstum,

indem der Druck des flüssigen Zellinhaltes die Wandteilchen auseinander schiebt und dadurch die Bedingung für das Intussusceptionswachstum schafft. Nach Strasburger findet beim Hauptwachstum nur eine passive Dehnung der Zellhaut statt. Klebs gibt folgende Erklärung ab: Der Turgor ist überhaupt keine Ursache des Wachstums, vielmehr liegt sie in unbekannten Verhältnissen des Protoplasmas. Schon im Meristenzustande ist die Epidermiszelle nach außen relativ stark verdickt. Fehlt diese Erscheinung, so wölben sich die Außenwände gewöhnlich vor, sie werden papillös. Gewöhnliche Oberhautzellen können zu enorm in die Länge gestreckten Haaren, Spaltöffnungsmutterzellen zu Weichhaaren herausgestülpt werden. Wießner richtet unser Augenmerk auf eine besondere Bedeutung des Turgors. Bei sonst gleichen Verhältnissen vermehren unter verstärktem Druck stehende Meristeme ihr Protoplasma und gehen reichliche Teilungen ein. Da die Oberhaut lebende Substanz (Dermatoplasma) enthält, und mit dem Protoplasma in Berührung steht, muß eine Wechselwirkung zwischen beiden stattfinden. Der Turgor kann sowohl passiv dehnend, als auch reizend auf das Gewebe einwirken. Für das Wachstum der Zellhaut kommt außer der passiven Dehnung eine Auflagerung von neuen Zellen (cellulare Apposition), ein Einschieben neu entstandener Zellen zwischen die schon vorhandenen (cellulare Intussusception) in Betracht. So kann sich die Pflanze aus sich selbst heraus ungleich entwickeln. Im Gegensatz zu diesen inneren Wachstumsbedingungen stehen die äußeren: Licht, Wärme, Feuchtigkeit, Boden, Standort und Wirtschaftsverhältnisse. Nach Haberlandt sind Anpassungen an die physiologische Funktion als innere Anpassung, die an Klima und Standort als ökologische bezeichnet worden. Innere Anpassung der Epidermis zeigt sich deutlich in dem Vergleich zwischen Blattscheide und Blattspreite; hier handelt es sich nämlich um morphologisch gleiche Organe mit verschiedener Funktion. Während die Scheide zur Hauptsache den heranwachsenden Halm zu schützen und zu stützen hat, fällt der Spreite eine assimilierende und transpirierende Tätigkeit zu.

Bei dem zweiten Abschnitt über Anpassungen am Klima und Standort bietet die Scheide wenig beachtenswerte Punkte. Anders dagegen verhält es sich bei der Spreite, welche in ihrer anatomischen Struktur häufig Einrichtungen aufweist, die durch Anpassung an Klima und Standort entstanden sein müssen. Ueber den Bau von Scheide und Spreite möchte ich zunächst eine allgemeine Beschreibung geben, später besonders im speziellen Teil die einzelnen Sorten charakterisieren. Der anatomische Bau der Scheide ist sehr einförmig. Es hängt dies mit der gleichmäßigen Funktion zusammen, die neben mechanischen Zwecken wohl hauptsächlich in der Wasserspeigerung besteht. Die Epidermis der Innenseite setzt sich aus zarten Langzellen mit glatten oder schwach gewellten Seitenwänden zusammen. Die Außenseite zeigt neben Behaarung einige Spaltöffnungsreihen. Die stets einschichtige Epidermis der Blattspreite besteht aus chlorophyllfreien Zellen, die in Bezug auf Form und Beschaffenheit der Wandungen große Mannigfaltigkeiten bieten. Der Form nach unterscheide ich nach „Grob“ Langzellen, deren größte Ausdehnung in der Richtung der Hauptachse des Blattes liegt, Kurzzellen, bei denen Kiesel- und Korkkurzzellen zu unterscheiden sind; Ferner Haare, die in Stachel-, Borsten-, Weich- und Winkelhaare zerfallen. Unter den Stachelhaaren unterscheide ich Randstachelhaare, die sich über dem Blattrande befinden, ferner Parenchym-Stachelhaare, die über dem Parenchym gelegen sind. Grob unterscheidet außerdem noch Weich- und Winkelhaare, die überall die Haarfilze bilden. Die Spaltöffnungen sind auf der Oberseite, wie auf der Unterseite, in der Regel so angeordnet, daß zwischen zwei Gefäßbündeln zwei Reihen zu liegen kommen. Die Schließzellen der Spaltöffnungen haben hantelförmige Gestalt und sind von Schwendener beschrieben worden. Die Spaltöffnungen sind die Ausführungsgänge des Interzellularsystems. Bei offenen Spaltöffnungen kann die Kohlensäure aufgenommen und Stärke gebildet werden, jedoch nur unter der Voraussetzung, daß genügend Wasser vorhanden ist. Bei trockener Witterung, an trockenen

Standorten regulieren die Schließzellen der Spaltöffnungen die Aufnahme von Kohlensäure und die Abgabe von Wasser. Ist in dem Mesophyll des Blattes Wassermangel eingetreten, so schließen sich nach und nach sämtliche Spaltöffnungen. Nach Schwendener ist in den erweiterten Enden der Schließzellen der Sitz dieses Regulators zu suchen. Wenn die Feuchtigkeit im Blattgewebe den genügenden Grad erhalten hat, wird der osmotische Druck in den Schließzellen stärker, das Volumen der Enderweiterungen wird größer, die Zentralspalte öffnet sich. Bei sinkendem Turgor streckt sich die Schließzelle infolge der stärkeren Kontraktion der Rückenseite und die Bauchseiten nähern sich. Bei genügendem Licht und Zufuhr von Wasser, kann die Assimilation und Transpiration ihren Maximalwert erreichen. Wo diese Zufuhr nicht genügt, versucht die Pflanze sich anders einzurichten. So zeigen Anbauversuche an trocknen Standorten die Einsenkung der Spaltöffnungen unter das Niveau der benachbarten Epidermiszellen. Bei australischen und mediterranen Weizensorten bedeutet die Ausbildung von kleinen Zellen und kleinen Atemhöhlen die Verengerung des Transpirationsweges und so eine Herabsetzung der Transpiration. An den aus Persien und Kleinasien stammenden Weizenformen von Triticum aegilopodioides liegen die Spaltöffnungen an den Böschungen von Längsrinnen, die durch Haare und Papillen zum Teil überdeckt sind. Bei verschiedenen mediterranen und orientalischen Weizensorten finden wir einen wachsartigen Ueberzug entwickelt, der auch einen Schutz gegen zu starke Transpiration darstellt.

Im allgemeinen bildet die Weizenpflanze in trockenen Gegenden kleinere Blätter aus als in feuchten; dem entsprechend ist die Größe der Blattzellen kleiner geworden, ihre Anzahl auf der Flächeneinheit hat dagegen zugenommen. Die Pflanze versucht, die verdunstende Fläche möglicht zu reduzieren. Bei einem Topfversuch über die Wirkungen der verschiedenen Standweiten in der Aussaat des Weizens, entstanden bei zu enger Aussaat schließlich Zwergformen. S. Abbildg. In Topf 3 ist ein Korn ausgelegt, in Topf 2 sind vier Körner, in Topf 1 20 Körner

ausgesät worden. Unter gleichen äußeren Bedingungen ist das Resultat, wie die Abbildung deutlich zeigt, sehr verschieden ausgefallen. Auch in anatomischer Hinsicht ist das Bild ein ganz anderes geworden. Die Epidermiszellen der Blätter von Topf 3 zeigen ungefähr dieselben Größenverhältnisse wie an Blättern der „Freilandpflanzen". Bei Topf 2 finden wir schon etwas kleinere Blätter mit kleineren Zellen; Topf 1 zeigt ganz kleine Blätter mit recht kleinen Epidermiszellen. Durch Wasser- und Nährstoffmangel sind die Pflanzen bei zu geringer Standweite nicht in der Lage gewesen, sich voll zu entwickeln. Obgleich die Epidermis der „Zwergblätter" ständig an Dicke zunahm, war diese doch nicht in der Lage, den Wasserverlust, der durch die Verdunstung herbeigeführt wird, genügend einzuschränken; das ganze Assimilationsgewebe stand dauernd in Gefahr auszutrocknen.

Wie ganz anders entwickelt sich die Epidermis der Treibhauspflanzen, die täglich reichlich begossen wurden. Die Cuticula stellt hier nur ein äußerst dünnes Häutchen dar, das ganze Gewebe ist groß und schwammig, die Epidermiswandungen der Langzellen sind dünn und gerade, während sie bei den Freilandpflanzen eine deutliche Wellung oder Verzahnung zeigen.

Die Epidermis erfährt eine stärkere Ausbildung, je mehr die Weizenpflanzen dem Lichte ausgesetzt sind. Bei meinem Versuch über den Einfluss des Lichtes hatte ich sämtliche gezüchteten Weizensorten an der schattigen Wand der Mauer des Botanischen Instituts angebaut, außerdem noch zwei Töpfe mit Triticum vulgare lutescens unter den schattigen Bäumen direkt an der Mauer aufgestellt. Abgesehen von den verschiedenen Körner- und Halmerträgen bot die anatomische Untersuchung der Epidermis manches Bemerkenswerte. Die Cuticula der Blätter war bei den halbbeschatteten Individuen dünner als bei den „Freilandpflanzen"; dicker, als bei den ganz im Schatten gezüchteten. Der Durchmesser der Epidermiszellen der „Schattenpflanzen" ist bedeutend größer als bei den Freilandpflanzen. Den größten Durchmesser habe ich bei den

Langzellen an der Oberseite der Blattspreite von Triticum vulgare lutescens gefunden, der 45 μ betrug. Die Freilandpflanzen derselben Sorte weisen im Durchschnitt nur einen Durchmesser von 33 μ auf. Auch die über den Gefäßbündeln liegenden Epidermiszellen, sowie die Spaltöffnungen führenden Reihen fallen bei den Schattenpflanzen im Durchschnitt größer aus als bei den Lichtpflanzen.

Auf der Oberseite der Spreite war die Messung der Epidermiszellen dann besonders schwierig, wenn das Blatt tiefe Rinnen und Wölbungen aufwies. Ich habe mich deshalb zur Hauptsache auf die Messungen an der mehr ebenen Blattunterseite beschränkt. Hier verändert sich der Durchmesser der Epidermiszellen nur wenig; nur über den größeren Gefäßbündeln befinden sich kleinere dickwandigere Zellen. Die vorhin erwähnten Rinnen oder Furchen, die in der Mitte zweier Gefäßbündel gelegen sind, verschwinden bei den Treibhaus- und Schattenpflanzen fast ganz. Sie sind dagegen bei den Lichtpflanzen an trockenen Standorten besonders stark entwickelt. An den Böschungen dieser Rinnen liegen, wie ich bereits bemerkt habe, die Spaltöffnungen, es ist daher sehr wohl verständlich, daß die Rinnen als windstiller, wasserdampfgesättigter Raum vor zu großer Verdunstung schützen können.

Die in der Rinne gelegenen Epidermiszellen sind keine richtigen Langzellen, da sie unregelmäßig rechteckige Formen bilden, ja mitunter blasenförmig aneinandergereiht sind. So sagt W. Heuser „ohne Zweifel hat man es hier mit Gelenkzellen zu tun, wie sie bei den Gräsern häufig sind, als eine Erinnerung des Weizens an seine „Grasnatur“. Stets nach dieser Seite, der Oberseite, krümmt sich die Blattspreite“. So fand ich auch bei Triticum mon. vulg. bei teilweiser Bloßlegung der Wurzeln ein Einrollen der Blätter. Dieselbe Sorte aus dem Treibhaus besaß diese Fähigkeit nicht mehr. In Randstreifen des Blattes fehlen die Gelenkzellen fast gänzlich.

Einen direkten Einfluß des Standorts auf die Haar- und Kurzzellen habe ich nicht nachweisen können. Im Jugendstadium scheint die Feuchtigkeit günstig auf die Haarbildung

einzuwirken, vielleicht kann hier die Auffassung Wiesners von der Tätigkeit des Turgors Anwendung finden. Bei den Freilandpflanzen habe ich bei einzelnen Sorten, die im Landwirtschaftlichen Versuchsfeld angebaut waren, etwas längere Haare als an den Blättern derselben Sorte im Garten des Botanischen Instituts feststellen können. Auch glaube ich im Versuchsfeld die besondere Richtung der Haare, besonders an älteren Blättern, über die Spaltöffnungsreihen hinweg festgestellt zu haben. Doch wage ich nicht zu behaupten, daß die Pflanze auf diese Weise sich vor den Sonnenstrahlen zu schützen weiß. Es besitzen freilich die aus Kleinasien und Persien stammenden Formen zum Teil bedeutend längere Haare, die ebenfalls zahlreicher vertreten sind. Hier wäre wohl der Schluß zulässig, daß die Haare tatsächlich ein Schutzmittel gegen zu starke Transpiration darstellen. In unserem mehr feuchten Klima bedürfen die Blätter nicht ganz dieses Schutzes, sie können aber nicht ohne Weiteres eine ererbte Anlage beseitigen. Mit Sicherheit läßt sich von den Haaren noch garnicht sagen, welche Zwecke sie erfüllen. Haberlandt hat nachgewiesen, daß Blätter mit abrasierten Haaren die doppelte Verdunstungsziffer zeigten; es ist damit aber nicht bewiesen, daß die Haare direkt als Schutz gegen die Verdunstung angelegt werden. Wo sich ganze Haarfilze bilden, können diese auch als Schutz gegen Nachtfröste, zu starke Insolation und Hagelschlag dienen. Wenn in den subtropischen Steppen die Lufttemperatur tagsüber bis auf 35 Grad Celcius steigt, nachts dagegen bis auf —9 Grad herabsinkt, dann kann man sich wohl denken, daß dort die Pflanzen, namentlich ihre jungen, wachsenden Organe, zu schützen suchen. Unsere sämtlichen Weizenformen stammen sehr wahrscheinlich aus dem Orient und haben dort ein ganz anderes Klima und einen ganz anderen Standort gehabt als heute. Unter den mir bekannten Arbeiten über die Abhängigkeit des anatomischen Baues von Klima und Standort möchte ich kurz auf die neuesten eingehen. Paul Tominski hat in einer Dissertation über die Anatomie des Orchideenblattes in ihrer Abhängigkeit von

Klima und Standort, (Berlin 1905), folgende Schutzeinrichtung gegen zu starke Transpiration nachgewiesen:

1. Stärkere Ausbildung der Cuticula; Auftreten von Cuticularschichten.
2. Kräftige Entwicklung der Cuticularfortsätze der Schließzellen.
3. Anlage einer zweischichtigen Epidermis, entweder nur auf der Oberseite oder auf beiden Seiten des Blattes.
4. Aussteifung der Epidermis durch einzelne Subepidermale Bastfasern.
5. Reduktion der Interzellularen wie auch der Atemhöhle.
6. Neigung des Blattes zur Succulenz.
7. Anlegung von Wasser-Reservoiren.
8. Anlegung von Schleimzellen.
9. Reduktion der Blätter zu kleinen Schuppen.
10. Aussteifung aller Zellen des Grundgewebes.
11. Stärkere Entwicklung der mechanischen Scheiden.
12. Einlagerung von dickwandigen Holzparenchymzellen zwischen Holzteile und Siebteile. (Punkte abgekürzt).

In der Hauptsache treffen die Punkte 1, 2, 5, 9 und 11, auch bei dem Weizenblatt zu. Dazu käme noch, daß die Spaltöffnungen eingesenkt sind und die Haare eine Bedeutung als Schutzeinrichtung erlangt haben. Tominski lehnt diese Bedeutung für die Orchideenblätter ab. Als weitere Arbeit über die Anpassung an Klima und Standort führe ich die Dissertation von Gottfried Gerhard „Beiträge zur Blatt-Anatomie von Gewächsen der Südküste des Kaplandes mit Berücksichtigung des Klimas“ aus dem Jahre 1902 an. Gerhard bezeichnet als typisch xerophile Anpassung die lederartige Beschaffenheit des Blattes und die starke Verdickung der Epidermis der „Kappflanzen“. Daß die Behaarung an diesen Pflanzen so schwach ausgebildet ist, führt er auf die Gleichmäßigkeit der Temperatur zurück, deren Schwankung nur 7—8 Grad Celsius beträgt. Demnach müßte in Gebieten mit großer Temperatur-Schwankung wie im Hochlande, in den

Steppen und im Gebirge eine starke Haarentwicklung zu beobachten sein. Bei manchen alpinen Pflanzen und Steppengräsern trifft dies auch zu. Unser Weizen zeigt in seinen wildwachsenden Stammformen diesen Steppentypus: Die Blätter sind kurz und stark behaart, die Blattspreite besitzt die Fähigkeit des Einrollens genau wie die Steppengräser, die Fritz Günzel in seiner Arbeit über die Anatomie südwestafrikanischer Gräser (Leipzig 1912) beschrieben hat. Er sagt folgendes: „Die zartere Oberseite ist gegen übermäßige Transpiration sehr gut gesichert, indem durch das Einrollen windstille Rinnen gebildet werden, in denen, zumal meist reichlich Haarbildungen vorhanden sind, die Feuchtigkeit lange zurückgehalten werden kann". Bei unseren Stammformen des Weizens, bei Anbau an trockenen Standorten, zeigt das Weizenblatt tiefe Rinnen, an deren Seiten die Spaltöffnungen von langen Stachelhaaren überdeckt, geschützt daliegen.

Zur Herabsetzung der Transpiration dienen nach Volkens (Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste, Berlin 1887) die Wandverdickungen der Spaltöffnungen. Auch er bezeichnet das Einrollen der Blattspreiten bei mangelndem Wassergehalt als typisches Merkmal xerophytischer Pflanzen. Die angeführten Arbeiten mögen genügend gezeigt haben, daß die Schutzmittel des Blattes gegen eine zu starke Transpiration bei gleichen Verhältnissen fast dieselben sind. Durch ungleiche Kulturverhältnisse ist unser Weizen so verschieden geworden, wie er heute in der Kultur zu finden ist. Im speziellen Teil der Arbeit sollen die verschiedenen anatomischen Verhältnisse jeder Sorte dargestellt werden.

Untersucht man die Epidermis der Basal-, Halm- und Hochblätter (Spelzen) des Weizens, so sieht man deutlich, daß diese anatomisch sehr verschieden sind. Bei den Spelzen tritt die mechanische Festigung wie bei der Blattscheide in den Vordergrund. Fast die ganze Spelze besteht aus mechanischen Zellen; nur in der Nähe der Gefäßbündel kommt es in den meisten Fällen zur Ausbildung von Assimilationsgewebe. Die Spaltöffnungen der Spelzen sind bedeutend kleiner als

die der Basal- und Halmblätter, die Anordnung der Stomata ist nicht so regelmäßig wie bei der Blattspreite. Der Rand der Spelzen ist frei von assimilierenden Zellen und zeichnet sich durch Dickwandigkeit aus. Die Außenseite der Spelz-Epidermis ist immer sehr stark verdickt, die Innenseite hingegen, soweit sie das Assimilationsgewebe deckt, dünnwandig. Die Größe der Zellen ist in der Mitte der Spelzen am beträchtlichsten, nach dem Rande zu werden sie immer kleiner, ihr Lumen wird enger. Die Spitze der Spelzen und die beiden Seiten der Gefäßbündel zeigen häufig eine dichte Behaarung. Auch an Kurzzellen fehlt es nicht. Die Grannen sind damit sehr stark bedeckt. Während die Gerstengranne noch Stomata in beträchtlicher Zahl aufzuweisen hat, findet man an der Weizengranne keine Spaltöffnung. Kleine Stachelhaare sind dagegen sehr reichlich entwickelt und haben regelmäßig die Richtung nach der Grannenspitze.

Folgen wir einmal der Entwickelung der Weizenpflanze, so fällt bei der keimenden Pflanze auf, daß das erste Blatt, sackartig von der sogenannten Coleoptile umgeben, aus der Erde herauskommt. Die Coleoptile zeigt an ihrer Außenseite fest verzahnte Langzellen, an der Spitze außerdem zu beiden Seiten der zwei Gefäßbündel noch zahlreiche Wasserspalten. Ist das erste Blatt über den Erdboden emporgewachsen, so durchstößt es die Coleoptile und beginnt seine Lebenstätigkeit. Die Spaltöffnungen des kleinen Blattes, das an der Basis schnell nachwächst, sind schon voll entwickelt, auch die Haar- und Kurzzellen fehlen nicht. Das Zustandekommen der fertigen Kurzzelle kann entweder durch einfache Weiterentwickelung der Mutterzelle erfolgen, meistens entsteht dann eine Korkkurzzelle*, oder aber es tritt noch eine Teilung ein und die entstandene vordere Zelle wird zur Kieselzelle, die hintere zur Korkkurzzelle. Pfitzer weist in seinem Lehrbuch darauf hin, daß die Kurzzellen sich zu Spaltöffnungen, Haaren, oder Kieselzellen entwickeln können. Alle drei Faktoren findet man in verschiedener Zahl und Anordnung auf der Blattspreite vertreten. Die Oberhautzellen zeigen im jugend-

lichen Stadium noch ziemlich dünne und gerade Wandungen, während das ältere Blatt, wie schon hervorgehoben wurde, deutliche Wandverdickungen und starke Verzahnung aufweist. Bei der Betrachtung von Blattspitze, Blattmitte und Blattbasis fällt in die Augen, daß die Zahl der Zellen von oben nach unten abnimmt, ihre Größe aber durchweg zunimmt. Es geht also nicht an, ungleiche Teile der verschiedenen Blätter zu Vergleichen heranzuziehen. Daß die Spitze recht viele Spaltöffnungen aufweist, dient der jungen Pflanze zum Nutzen. Sie ist in der Lage, recht viele Assimilate zum Aufbau des übrigen Gewebes zu liefern. Durch eine Anzahl von Wasserspalten erscheint die Zahl der Spaltöffnungen an der Spitze noch erhöht. Den Wasserspalten fehlen die eigentümlichen Enderweiterungen der Schließzellen, sie stehen deshalb immer offen und können (bei feuchtem Standort) zur Beschleunigung der Transpiration dienen.

Auffallend ist an älteren Blättern das Abbrechen der langen Weich- und Stachelhaare, die zum Teil Sekrete in sich aufzunehmen scheinen. Ob die Epidermis so stark geworden ist, daß sie des Haarschutzes nicht mehr bedarf, oder ob durch Kieselsäure-Ablagerung dieselben zu spröde geworden sind, will ich nicht entscheiden. Soviel steht fest, daß die Pflanze im Laufe der Entwicklung die Organe, die keinen Zweck mehr haben, zu beseitigen sucht. So reduziert sie im Laufe der Entwickelung die Basal- und Halmblätter dadurch, daß sie die ältesten verwelken läßt. Zuerst wird die mit dem größeren Spaltöffnungsapparat versehene Blattspitze außer Betrieb gesetzt, nach und nach die übrigen Teile.

Zur Zeit des Blühens des Weizens habe ich den Versuch gemacht, die Blattspreiten der Basal- und Halmblätter an den verschiedenen Sorten zu entfernen. Es zeigte sich, daß die Einkorn-Arten mit dem Rest der Blattscheiden ebenso stark fortwuchsen wie die belaubten Pflanzen; die übrigen Kulturformen zeigten eine schwächere Kornentwicklung. Da die Pflanze im Stadium des Blühens keine neuen Blätter mehr anzulegen braucht, verwertet sie sämtliche Assimilate zur Pro-

duktion von Körnern. Wenn das Einkorn ohne Blattspreiten weiterzuwachsen in der Lage ist, so müssen die Blattscheiden und Spelzen genügend Kohlensäure aufnehmen können. Auch die Entfernung der Hüllspelzen hatte nicht den Tod der Pflanze zur Folge. Man sieht daraus, daß die Zahl der Spaltöffnungen nicht allein ausschlaggebend ist für das Gedeihen einer Pflanze, vielmehr muß sie mit einem kleineren Spaltöffnungsapparat auskommen können. Da die ganze Verarbeitung der Kohlensäure mit der Tätigkeit des Chlorophylls in Verbindung zu bringen ist, wäre hier der Schluß zulässig, daß geringere Chlorophyllmengen unter gewissen Umständen eine größere Leistung vollführen können.

Am Schluß des allgemeinen Teils der Arbeit möchte ich zusammenfaßend sagen, daß die äußeren Bedingungen auf den anatomischen Bau des Blattes einen großen Einfluß ausüben, der sich in der Weise kundtut, daß bei steigender Bodenfeuchtigkeit und größeren Nährstoffgehalt des Bodens eine Vergrößerung der Zellen eintritt. Nicht nur Epidermiszellen, sondern auch Spaltöffnungen und Mesophyllzellen folgen diesem Prinzip. Im gleichen Maße, wie die Zellen größer werden, nimmt ihre Zahl auf der Flächeneinheit ab. Besondere Anpassung an ein trockenes Klima zeigen die Stammformen des Weizens, deren Blattepidermis einen Steppengrastyp zeigen.

Spezieller Teil.

Nachdem die allgemeinen Untersuchungen ein Bild von den Gesetzmäßigkeiten im anatomischen Bau des Weizenblattes gegeben haben, sollen jetzt die Mannigfaltigkeiten im Bau der Blattepidermis jeder einzelnen Sorte nachgewiesen werden. Ich beginne mit den Stammformen des Einkorns

Triticum aegilopoidioides Thaoudar und Triticum aegilopodioides boeoticum.

Triticum aegilopodioides Thaoudar,

bezogen von Prof. Bornmüller, Direktor des Herbarium Haußknecht in Weimar, dem ich für die freundliche Ueberlassung des Materials meinen ergebensten Dank ausspreche. — Die untersuchten Formen stammen aus Kleinasien (Galat), Turkistan und Persien. Die Zahl der Halmblätter ist in der Regel 3, die Blattlänge 4—10 cm.

Die Blattscheide besteht auf der Blatt-Innenseite aus Langzellen mit glatten und gewellten Seitenwänden und einigen Wasserspalten, die Epidermis-Außenseite der Scheide zeigt über Parenchym Langzellen mit stark gewellten Seitenwänden, Spaltöffnungen, Paare von Kork- und Kieselzellen und zahlreiche Stachelhaare. Ueber dem mechanischen Gewebe findet man außer schmalen Langzellen, kleine Korkkurz- und Kieselzellen von Kreuz- und Hantelform.

Die Blattspreite zeigt auf beiden Seiten deutliche Rippung. Die Gelenk- oder Blasenzellen sind zwischen den Gefäßbündeln deutlich zu sehen und weisen in ihrem Epidermis-Streifen lange Polsterhaare auf. Die übrigen Reihen über

Parenchym bestehen aus Langzellen mit gewellten Seitenwänden und Papillen, ferner aus Spaltöffnungen, Kurzzellen, Stachel- und Winkelhaaren. In den über Bast gelegenen Streifen treten häufig lange Stachelhaare auf. Ueber Bast sind die Epidermiszellen bedeutend schmaler als über den übrigen Streifen, eine Erscheinung, die bei allen Sorten wiederkehrt. Ueber dem Randbast findet man neben den Randstachelhaaren öfters Winkelhaare. Die Anzahl der Papillen ist hier geringer. Ueber der Mittelrippe liegen schmale, sehr dicke Langzellen mit einer größeren Anzahl von Papillen und Stachelhaaren.

Auf der Unterseite sind die Langzellen stark gewellt und zeigen verdickte Wandungen, nierenförmige Kurzzellen mit rundlichen Kieselkörpern wechseln mit Winkel- und Stachelhaaren ab. Aus dem Umstand, daß die langen Winkelhaare an der Basis getüpfelt sind, hat man angenommen, daß sie zur Wasseraufnahme aus der Atmosphäre befähigt sind. Zu beiden Seiten der Gefäßbündel kommen langspitzige, starke Stachelhaare mit schwach-elliptischem Fuße vor, deren Länge 2 mm beträgt. Ueber dem Bast treten außer den langen Stachelhaaren Kurz- und Kieselzellen auf. Die Breite der Langzellen über Parenchym beträgt auf der Unterseite im Durchschnitt 18 μ. Die aus Persien stammende Form zeigt im großen Ganzen denselben Typus wie die übrigen Stammformen, nur sind hier etwas größere Zellen vorhanden, deren Zahl dementsprechend auf der Flächeneinheit abnimmt. Die gefundenen Zahlenverhältnisse sind aus den Tabellen Seite 36, ersichtlich.

Von Herrn Prof. Dr. Holdefleiß stand mit Triticum aegilopodioides zum Anbau zur Verfügung. Da diese Form schon lange Jahre im Garten des landwirtschaftlichen Instituts gezüchtet worden ist, läßt sich an der Blattepidermis ein üppigeres Wachstum nachweisen. Die ganze Pflanze ist größer geworden und zeigt eine stärkere Bestockung als die wildwachsenden Formen, die in der Regel nur einzelne Halme produzieren. Die Anzahl der Haare hat bei den kultivierten Formen im

Durchschnitt nicht abgenommen, ihre Länge hat über Bast etwas nachgelassen. Ueber Parenchym sind längere Stachelhaare, über der Ligula oder dem Blatthäutchen lange Polsterhaare zu finden, die wohl als Schutz für die Blattscheide angelegt sind. Die Langzellen und Spaltöffnungen weisen auf beiden Seiten der Spreite einen größeren Durchmesser auf als die betreffenden Streifen der wildwachsenden Stammformen. (22 : 18 μ), Da auch die Länge der Zellen zugenommen hat, entfallen auf die Flächeneinheit weniger Zellen. Dafür sind aber die Blätter länger und breiter geworden, sodaß auch hier die Gesamtsumme der Zellen dieselbe bleiben wird.

Triticum monococcum L. monather A. Schulz, var. vulgare.

Das Saatgut stammt von der Pflanzenzuchtstation Halle. — Die Epidermiszellen der Oberseite der Spreite zeigen von der Fläche gesehen größere Langzellen als bei den beschriebenen Stammformen; das ganze Gewebe ist schwammiger geworden. Zwischen stark vergrößerten Langzellen liegen Stachel-, Polsterhaare und Spaltöffnungen, deren Oberfläche tiefer liegt als die übrigen Epidermiszellen. Die Reihen über mechanischem Gewebe enthalten Kieselzellen von Hantelform, Korkkurzzellen und Stachelhaare. Die Langzellen über dem Bast besitzen starkwellige Seitenwände; über Parenchym ist die Verzahnung schwächer ausgebildet. Die Randstreifen weisen etwas größere Stachelhaare auf, im übrigen ist der Bau dieses Streifens derselbe wie über Bast. Auf der Unterseite der Spreite wechseln in den Streifen über Bast reine Langzellreihen mit gemischten Reihen regelmäßig ab. Hier treten rechteckige Kurzzellen, Stachelhaare und gewellte Langzellen auf, deren Verzahnung besonders stark entwickelt ist. Das Blatt zeigt im Querschnitt eine allseitig verdickte Epidermis, über Parenchym größere Blasenzellen. Im Verhältnis zu den Stammformen ist bei dieser Kulturform ein Wachstum der Zellen festzustellen und zwar bei den Spaltöffnungen von 50 auf 60 μ. Die Zahl der langen Stachelhaare ist geringer geworden, an der Ligula sind besonders lange Polsterhaare zu finden, die in Reihen über Bast angeordnet sind.

Triticum monococcum monather var. Hornemanni.

Das Saatgut ist der Pflanzenzuchtstation entnommen und seinerzeit von Haage und Schmidt, Erfurt, bezogen worden.

Epidermis im Querschnitt: Die Epidermiszellen weisen im Querschnitt nur eine mäßige Verdickung ihrer Außenwände auf. Auf der Oberseite ist eine Anzahl Zellen zu kleinen Papillen ausgewachsen. Die Flächenansicht der Oberseite ähnelt der vorhergehenden Sorte. Die Streifen über Bast bestehen aus gemischten Reihen, in denen Langzellen mit kurzen Stachelhaaren und Korkkurzzellen abwechseln. In den Streifen über Parenchym folgen auf Langzellreihen mit Parenchym-Stachelhaaren, Spaltöffnungsreihen, in denen öfters an Stelle einer Spaltöffnung eine Kieselzelle tritt. Der über der Mittelrippe befindliche Streifen besteht aus Reihen, in denen schwach gewellte Langzellen ziemlich regelmäßig mit Stachelhaaren abwechseln; nur sehr vereinzelt finden wir Korkkurz- und Kieselzellen. Die Unterseite der Epidermis der Blattspreite besteht mit Ausnahme der äußersten Randregion aus völlig gleichartigen Reihen, in denen auf eine rechteckige Langzelle stets eine rundliche Korkkurzzelle folgt, der sich eine nierenförmige Kieselzelle anschließt. Die Längswände sind stark gewellt, die Anzahl der Zellen auf der Flächeneinheit ist bei Hornemanni etwas geringer als bei den vorhergehenden Sorten; die Größe der Zellen ist dementsprechend um ein Kleines gewachsen. Der Durchmesser der Epidermiszellen ist auf der Unterseite von 18 μ bereits auf 26 μ gestiegen. Die durchschnittliche Größe der Spaltöffnungen beträgt 62 μ.

Triticum monococcum diather.

Das Saatgut ist auch hier der Pflanzenzuchtstation entnommen und ist seinerzeit von Haage & Schmidt, Erfurt, bezogen worden, woselbst es als Engrain double geführt wird. Die Epidermis der Oberseite besteht über Bast aus Reihen, in denen Langzellen mit gewellten Wänden und Kurzzellen von elliptischer Form, die öfters zu Baststachelhaaren ausgewachsen sind, abwechseln. Die Streifen über

Parenchym, die eine ansehnliche Breite besitzen, werden von Reihen gebildet, in denen Langzellen, mit ziemlich geraden Wänden mit Spaltöffnungen abwechseln. Auf der Unterseite sind die Spaltöffnungen etwas länger, als auf der Oberseite (60:58 μ). Die Form ihrer Nebenzellen ist mehr rund als auf der Blatt-Oberseite. Der Durchmesser der Langzellen über Parenchym beträgt durchschnittlich 23 μ. Im Uebrigen weisen die Streifen der Unterseite dieselbe Form und Gestalt auf wie die der Oberseite.

Triticum dicoccoides v. Herb. Haußknecht, Weimar.

Die beschriebene Pflanze stammt aus Persien und ist 1906 von Strauß gesammelt worden. Sie wird allgemein als die Stammform der Emmerreihe angesehen. Die Blätter haben eine sehr feste und dicke Epidermis. Furchen sind zur Hauptsache nur auf der Blatt-Oberseite zu finden und dort lange nicht so tief wie bei Trit. aegilopodioides.

Blattscheide. Die Epidermis der Innenseite besteht (auch hier) aus Langzellen mit glatten oder äußerst schwach gewellten Seitenwänden. Die Außenseite zeigt hingegen stark verzahnte Langzellen, die mit Kurzzellen und Stachelhaaren abwechseln. Blattspreite: An die Gelenkzellen schließen sich auf der Oberseite über Bast Reihen von Langzellen mit gewellten Seitenwänden an; die Spaltöffnungen sind hier nicht so stark durch papillenartige Ausstülpungen geschützt, wie bei Triticum aegilopodioides. (Thaoudar und boeoticum.) Die Stachelhaare sind in etwas geringerer Größe und Zahl als bei den Einkorn-Arten vorhanden. Die Epidermis der Unterseite ähnelt der der Scheidenaußenseite; öfters sind hier die Stachelhaare zu rechteckigen Kurzzellen umgewandelt. Der Durchmesser der Langzellen über Parenchym beträgt durchschnittlich 22 μ; hat also im Verhältnis zu den Einkornarten dieselben Zell-Größen aufzuweisen. Die Zahl der Stachelhaare ist etwas schwächer als beim Einkorn. Die langen Stachelhaare über Bast fehlen am Rande ganz.

Triticum dicoccum semicanum. Das Saatgut entstammt der Pflanzenzuchtstation und ist dort als Nachbau

von Friedrich Körnicke's Original gezüchtet worden. Die Blätter der Emmerreihe weisen in den Kulturformen viel größere Formen auf als die aus Persien stammende Form Trit. dicoccoides. Blattscheide: Die Epidermis der Innenseite setzt sich aus Langzellen mit schwach gewellten Seitenwänden, Kurzzellen mit Stachelhaaren zusammen. Die Außenseite hingegen zeigt auch hier stark verzahnte Langzellen, Kurz- und Kieselzellen, die mit Stachelhaaren oder Spaltöffnungsreihen abwechseln. Blattspreite: Die Oberseite der Epidermis der Blattspreite zeigt über Parenchym besonders große Gelenkzellen, dazu reine Langzellen mit ganz schwach gewellten Seitenwänden und Spaltöffnungen, deren Größe bis zu 80 μ steigt. Die Ausbildung der Stachelhaare ist in den einzelnen Streifen verschiedenartig; über Bast befinden sich sehr lange Stachelhaare, die gleich langen Schwertern die Spaltöffnungen überkreuzen. In dem Streifen über Parenchym sind die Stachelhaare leicht gebogen und etwas kürzer als die über Bast gelegenen. In den Rinnen liegen langgestreckte Blasenzellen, die zum Teil sechseckig erscheinen. Die Blatt-Unterseite weist über Parenchym stark verzahnte Langzellen auf, die mit Parenchym-Stachelhaaren abwechseln. Ueber Bast sieht man etwas kürzere Stachelhaare als auf der Oberseite der Epidermis; hin und wieder treten auch nierenförmige Kurzzellen mit Kieselkörpern auf.

Triticum dicoccum Körnickeanum album.

Die Blatt-Epidermis der Oberseite der Spreite hat von der Fläche gesehen folgenden Bau: Die Streifen über Bast bestehen aus reinen Langzellreihen und gemischten Reihen, in denen Langzellen mit Stachelhaaren und Kieselzellen regelmäßig abwechseln. Die Wände der Langzellen sind gewellt, die Stachelhaare meist einseitig gebogen, und erreichen eine durchschnittliche Länge von 1 Zehntel Millimeter. Die Streifen über Parenchym bestehen aus gemischten Reihen, in denen Langzellen mit Spaltöffnungen oder rechteckigen Kurzzellen abwechseln. Auf der Unterseite des Blattes finden wir dieselben Zell-Elemente vor, wie auf der

Oberseite, nur die Stachelhaare über Parenchym sind etwas kürzer, hin und wieder durch rechteckige Kurzzellen ersetzt. Die Langzellen zeigen auch hier eine starke Verzahnung und weisen eine durchschnittliche Breite von 29 Teilstrichen (1 Teilstrich $= \frac{10}{9}$ μ. S. Seite 35) auf. Die Länge der Spaltöffnungen beträgt ca. 70 Teilstriche.

Triticum dicoccum Körnickeanum rufum.

Die Epidermis dieser Pflanze weist keine großen Unterschiede von der vorhergehenden Pflanze auf. Auch hier sehen wir über Bast recht lange Stachelhaare, über Parenchym Langzellen und Spaltöffnungen ziemlich regelmäßig abwechseln. Nur im Randstreifen sind starke Randstachelhaare entwickelt. Die Länge der Spaltöffnungen beträgt durchschnittlich 73 Teilstriche, die Breite der Epidermiszellen über Parenchym auf der Blatt-Unterseite ca. 25 Teilstriche.

Triticum dicoccum pycnurum.

Diese Form hat W. Heuser als „Dichter rötlicher Emmer" in seiner Arbeit angeführt und folgende Zellgrößen festgestellt: 1. Größe der Spaltöffnungen 55,4 μ, 2. Anzahl der Spaltöffnungen auf der Oberseite 63,7 pro qmm. Auf der Unterseite 56,6 pro qmm. Die entsprechenden Werte betragen bei mir an Pflanzen im Botanischen Garten 1. Größe 60 μ, 2. Anzahl auf der Oberseite 70, auf der Unterseite 51 pro qmm. An den Schattenpflanzen des Botanischen Gartens betrugen die entsprechenden Zahlenverhältnisse 1. Größe 68 μ, 2. Anzahl 71, bezw. 49, pro qmm. An Pflanzen der Versuchsstation des Landwirtschaftlichen Instituts betrug die Größe der Spaltöffnungen 63 μ, die Anzahl derselben pro qmm. auf der Oberseite 80, auf der Unterseite 68. An dieser Form, die mit Rost und Brand befallen war, habe ich untersucht, ob diese Krankheiten einen Einfluß auf die normale Entwickelung der Blatt-Epidermis haben. Die Abweichung der gefundenen Resultate ist aber so gering, daß sich keine Beziehungen herausstellen laßen.

Triticum durum murciense.

Eigenzucht der Pflanzenstation Halle, als Durum wheat

aus Colorado U. St. of Am. 1893 nach Bonn eingeführt, seit 1906 in Halle gezüchtet. Diese Form hat ihren Namen nach der Stadt Murcia in Spanien. Die Epidermis der Oberseite der Blattspreite weist besonders an den jungen Basalblättern fehlerhafte oder halbentwickelte Stomata auf. An den Halmblättern der verschiedenen Pflanzen ist die Behaarung ebenfalls recht verschieden. Auffällig ist die große Festigkeit der Epidermis, die durch Kieselsäure, durch Verdickung der Außenwände erreicht wird. Hiernach wäre der Name durum (ebenfalls) mit Recht angewendet. Ueber Parenchym liegen größere Blasenzellen, die in ihren Reihen kleinere Stachelhaare und Kieselzellen enthalten. Die Unterseite der Epidermis der Spreite zeigt außer stark verzahnten Langzellen und den typischen Spaltöffnungsreihen ebenfalls Kurz- und Kieselzellen.

Triticum durum africanum.

Nachbau vom Original des „ägyptischen Weizens", vom Deutschen Konsul in Kairo 1911 bezogen. Wie durum murciense, so besitzt auch durum africanum eine äußerst harte Epidermis. Bei Blatt-Querschnitten löste sich die Epidermis öfters kettenförmig vom Mesophyll ab. Die Zellelemente über Bast und Parenchym sind die gleichen wie bei der vorhergehenden Sorte. Die Breite der Epidermiszellen beträgt über Parenchym auf der Unterseite der Spreite ca. 24 Teilstr., die Länge der Spaltöffnungen ca. 76 Teilstr. An den Schattenpflanzen war besonders auffällig, daß hier auf Ober- und Unterseite die Stachelhaare sehr stark reduziert waren.

Triticum turgidum lusitanicum.

Das Saatgut ist der Pflanzenzuchtstation entnommen, die Sorte wird seit 1894 in Bonn, seit 1906 in Halle angebaut. Aufsicht der Epidermis; Oberseite der Spreite: Die Blasenzellen über Parenchym gleichen den Langzellen, die rechteckig gestreckt erscheinen und ziemlich regelmäßig Stachelhaare führen. Die Langzellen erscheinen über Bast verdickt und weisen kürzere und längere Stachelhaare auf. Die Unterseite

zeigt etwas kürzere Haare und Spaltöffnungen, deren durchschnittliche Länge 75 Teilstriche beträgt. Die Breite der Epidermiszellen über Parenchym beträgt ca. 25 Teilstriche.

Triticum turgidum jodurum.

Flächenansicht der Epidermis, Oberseite der Spreite: Die Langzellen über Parenchym gleichen denjenigen der vorigen Sorte; auch die Behaarung ist ungefähr dieselbe. Die Epidermis der Spreiten-Unterseite weist in den Streifen über Parenchym hin und wieder an der Stelle, wo ein Stachelhaar zu erwarten wäre, nierenförmige Kurzzellen auf. Die durchschnittliche Länge der Spaltöffnungen beträgt 70 Teilstr., die Breite der Epidermiszellen über Parenchym an der Unterseite der Spreite ca. 25 Teilstr.

Triticum turgidum speciosum.

Die Epidermis der Oberseite weist etwas größere Spaltöffnungen und Haare auf als die vorhergehende Sorte. Die durchschnittliche Länge der Stomata beträgt 76 Teilstr., die Breite der Epidermiszellen über Parenchym auf der Spreiten-Unterseite ca. 27 Teilstriche. Im Uebrigen sind die Zellformen der vorhergehenden Pflanze sehr ähnlich.

Triticum turgidum: Wohltm. schwarzer Bartweizen.

Flächenansicht der Oberseite der Blattspreite: Die Zahl der Stachelhaare über Bast und Parenchym ist geringer als bei den vorhergehenden Sorten, ihre Größe hat dagegen etwas zugenommen. Die Blasenzellen sind recht breit und bilden in der Regel zwischen zwei Gefäßbündeln zwei Zellreihen. Ihnen folgen die Spaltöffnungreihen und darauf Langzellreihen mit Stachelhaaren, dann die dickwandigen, schmalen Langzellen über Bast, die lange Baststachelhaare führen. Auf der Unterseite der Blattspreite sind die Stachelhaare durch Kurzzellen ersetzt, sodaß das Bild der Streifen über Parenchym sehr unregelmäßig erscheint. Die durchschnittliche Länge der Stomata beträgt 68, die Breite der Langzellen 26 Teilstriche.

Triticum polonicum vestitum.

Diese Sorte ist als Gigantil, dichter behaarter polnischer Riesenweizen der Pyrenäen-Halbinsel von M. Hoffmann, Berlin,

1911 bezogen worden. Die Epidermis der Oberseite zeigt größere Blasenzellen, die länglich gestreckt erscheinen und den rechteckigen Langzellen über Parenchym in der Form gleichen. Die Langzellen haben gerade Seitenwände und führen in ihren Reihen kleine Stachelhaare. An den Schattenpflanzen dieser Sorte finden wir ganz verschwindend wenig Haare, sodaß man annehmen darf, daß diese erst im hellsten Licht an Bedeutung gewinnen. Die Spaltöffnungsreihen zeigen öfters Zwillingsbildungen, auch Doppelreihen von Stomata. Die Unterseite ist gänzlich ohne Haare, nur kleine Papillen und Kurzzellen unterbrechen die Reihen der Langzellen, die hier eine beträchtliche Länge erreichen. Die durchschnittliche Breite der Zellen über Parenchym der Unterseite beträgt 27 Teilstriche, die Länge der Stomata 80 Teilstriche.

Triticum polonicum villosum.

Die Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen zeigt im wesentlichen dieselben Züge wie die vorhergehende Sorte. Ganz kleine Stachelhaare, die kaum 10 μ groß sind, beleben nur wenig das ziemlich gleichförmige Bild der Gelenk- und Langzellen und Spaltöffnungen. Die Breite der Epidermis über Parenchym beträgt durchschnittlich 26, die Länge der Stomata 78 Teilstriche.

Triticum spelta vulpinum.

Die Epidermis der Oberseite zeigt in den Furchen zwischen den Gefäßbündeln größere Blasenzellen, die hin und wieder mit ganz kleinen Haaren abwechseln; die Spaltöffnungen weisen eine durchschnittliche Länge von 82 μ auf. Bei der Betrachtung der Anzahl der Spaltöffnungen bei Blättern des Botanischen Gartens und des Versuchsfeldes fällt es auf, daß die Zahl der Zellen im Versuchsfelde größer ist als die Zellenzahl an den Blättern des Botanischen Gartens. Diese Tatsache ist durchweg an allen Sorten festgestellt worden. Die Epidermis der Blattunterseite weist keine Haare auf, nur hier und da wird sie durch rechteckige Kurzzellen und stark verzahnte Langzellen belebt. Die Breite der Langzellen beträgt 29 Teilstriche.

Triticum spelta coeruleum.

Die Epidermis der Oberseite dieser Spelzform gleicht sehr den übrigen Spelzweizen. Ueber Parenchym befinden sich große Blasenzellen, ganz kleine Stachelhaare von fünf bis zwanzig Teilstrichen Länge. Die Unterseite besitzt keine Behaarung, ist dagegen mit zahlreichen Kurzzellen, die zum Teil Kieselkörper enthalten, ausgestattet. Die Langzellen sind gleichmäßig stark verzahnt. Die Länge der Spaltöffnungen beträgt durchschnittlich 80, die Breite der Langzellen 28 Teilstriche.

Triticum spelta Duhamelianum.

Triticum spelta album.

Triticum spelta Arduibi.

Triticum spelta Alefeldi.

Sämtliche Spelzformen gehören zum Winterweizen; da sie aber im Frühjahr gesäet wurden, haben sie keine Halme und Halmblätter produziert, dagegen recht viele Basalblätter entwickelt.

Triticum compactum creticum.

Diese Sorte ist als Mocho de espiga quadrata 1911 aus Madeira bezogen worden. Die Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen, zeigt über Bast Streifen mit gemischten Reihen, in denen Langzellen mit Kurzzellen und einzelnen Baststachelhaaren abwechseln. Ueber den Bast-Elementen, welche die Blasenzellen flankieren, findet sich eine Reihe mit Langzellen und kurzen Stachelhaaren. Ueber Parenchym wechseln kürzere Langzellen und Spaltöffnungen ziemlich regelmäßig ab. Die Streifen über dem Rande zeigen denselben Bau wie die Streifen über Bast. Die Epidermis der Unterseite der Blattspreite zeigt denselben Bau wie die der Oberseite, nur fehlen ihr die Blasen- und Gelenkzellen. Die Wände der Langzellen sind stark verzahnt, weisen eine durchschnittliche Breite von 29 Teilstrichen auf. Die Spaltöffnungen haben eine Länge von 80 Teilstrichen.

Triticum compactum icterinum.

Als Igelweizen ist diese Sorte seit 1894 in Bonn, seit 1906 in Halle gezüchtet worden. Die Epidermis zeigt im Querschnitt stark verdickte Außenwände. Die Zellgröße ist nach der Lage über Bast oder Parenchym verschieden; die Blasenzellen haben die größte Ausdehnung. Ueber Bast gesellen sich in der Flächenansicht Langzellen mit kurzen Stachelhaaren. Ueber Parenchym wechseln Langzellen mit Spaltöffnungen regelmäßig ab, öfters tritt an die Stelle einer Spaltöffnung eine Kurzzelle oder ein Stachelhaar. Diese Erscheinung tritt auch auf der Unterseite der Blattspreite zutage, wo die Kurzzellen gewellte Wände besitzen, während die Wandungen der Haarzellen und Papillen glatt sind. Die Breite der Epidermiszellen über Parenchym beträgt 28, die durchschnittliche Länge der Stomata 82 Teilstriche.

Triticum compactum clavatum.

Diese Weizenform ist Winterung und entwickelte nur Basalblätter, die im wesentlichen denselben Zelltyp aufweisen wie Triticum compactum creticum.

Triticum vulgare milturum.

Die Epidermis zeigt im Querschnitt, zwischen den Gefäßbündeln, Blasenzellen mit weniger verdickten Wänden wie die übrigen Zellen, deren Außenwände stark verdickt sind. Die Flächenansicht der Oberseite bietet auch bei Triticum vulgare sechseckige Gelenk- oder Blasenzellen, die hin und wieder durch kleine Stachelhaare unterbrochen sind. Die Langzellreihen zu beiden Seiten der Blasenzellen zeigen regelmäßig eine Spaltöffnungsreihe, dann mehrere Reihen mit Langzellen und Stachelhaaren. Auf der Unterseite der Blattspreite findet man über Parenchym regelmäßig Kurzzellpaare, die (Kork-) Kurz- und Kieselzellen enthalten. Die Zahl der Baststachelhaare ist bei verschiedenem Standort der Sorte sehr unregelmäßig. Die Breite der Langzellen über Parenchym beträgt 28, die Länge der Stomata 86 Teilstriche.

Wohltmanns Grüne Dame.

Flächenansicht der Epidermis, Blattoberseite: Die Blasen-

zellen gleichen den Langzellen, die gestreckt rechteckig erscheinen und über Bast einzelne Stachelhaare, über Parenchym kleine Papillen führen. An die Stelle der Stomata tritt hin und wieder eine Kurzzelle. Auf der Unterseite finden wir über Bast und Parenchym Langzellen, die nicht die starke Verzahnung wie bei den übrigen Sorten zeigen, ein Zeichen, daß diese Form unserem See-Klima angepaßt ist. Die Breite der Epidermis-Zellen über Parenchym beträgt 26, die Länge der Stomata 82 Teilstriche.

Wohltmanns Blaue Dame.

Die Blaue Dame hat ihren Namen von dem blauen Wachs-Ueberzug, der die Halmblätter überzieht. Die kleinen Wachskörnchen lösen sich in Chloralhydrat ab und bilden einen weißlichen Niederschlag. Ein Querschnitt durch die Epidermis zeigt mäßig große Blasenzellen, die sich nicht viel von den rundlichen Epidermiszellen unterscheiden. Flächenansicht, Oberseite: Die Spaltöffnungen liegen in (fast) haarfreien Reihen zu beiden Seiten der Blasenzellen. Die Langzellen sind rechteckig und werden selten von Stachelhaaren unterbrochen. Die Unterseite zeigt Langzellen mit gewellten Seitenwänden, die mit Kurzzellen und kleinen Stachelhaaren abwechseln. Die Breite der Langzellen über Parenchym beträgt 28, die Länge der Spaltöffnungen 86 Teilstriche.

Triticum vulgare Barbarossa.

Die Epidermis der Oberseite von der Fläche gesehen zeigt Blasenzellen, denen Langzellreihen mit kurzen Stachelhaaren angereiht sind. Durchweg vertreten kleine Papillen oder Kurzzellen auf der Unterseite die Stelle der Haare. Auf der Unterseite treten hin und wieder Doppelreihen von Spaltöffnungen auf, wobei die eine Reihe kleinere Stomata zeigt als die andere. Die Breite der Langzellen beträgt ca. 27, die Länge der Stomata durchschnittlich 78 Teilstriche.

Triticum vulgare lutescens.

Flächenansicht der Epidermis auf der Oberseite der Blattspreite: In den Streifen über Bast gesellen sich zu den Lang- und Kurzzellen nur wenige Stachelhaare, die über

Parenchym fast ganz verschwinden. Auch die Unterseite weist sehr wenig Haare auf, dagegen ist die Zahl der Kurzzellen recht beträchtlich. Bei den angestellten Düngungsversuchen ist die Ausbildung der Epidermis nach der Art der Düngung verschieden gewesen; die Veränderungen sind aber nicht so eindeutig, daß sie richtige Schlüsse zulassen. Die Breite der Langzellen beträgt ca. 26, die Länge der Stomata 78. Teilstriche.

Triticum capitatum: Krafft's Dickkopf.

Von dieser Form, die Winterung ist, habe ich außer den Basalblättern die Halmblätter untersucht und dabei gefunden, daß die längere Vegetation auf die Ausbildung der Epidermiszellen in der Hinsicht wirkt, daß die Cuticula verdickt, die Langzellen stärker verzahnt, die Kieselzellen stärker mit Kieselkörpern ausgerüstet werden. Im Uebrigen gleichen die Epidermiszellen den vorhergehenden Zelltypen. Die Breite der Langzellen beträgt an der Unterseite der Halmblätter durchschnittlich 26, die Länge der Stomata 80 Teilstriche.

Die Tabellen geben die Zahlen und Größenverhältnisse der Zell-Elemente der Epidermis wieder und zeigen, daß jede Sorte, je nach Klima und Standort ihre spezifische Struktur besitzt. Ein und dieselbe Sorte gibt im See-Klima ein ganz anderes anatomisches Bild von der Epidermis als in der Steppe. Dabei ist zu bemerken, daß Bodenfeuchtigkeit und Nährstoffgehalt für das Gedeihen einer Pflanze und damit auch für die Entwickelung der Epidermiszellen von ausschlaggebender Bedeutung sind. (Topfversuche mit verschiedener Standweite, Treibhauskulturen und Düngungsversuche). Bei genügender Feuchtigkeit entwickeln unsere Kulturformen größere Epidermiszellen, bei dauernder Trockenheit kleine Zelltypen. Reichliche Stickstoffdüngung schafft ein großes, schwammiges Gewebe, Phosphat- und Kalk-Düngung dagegen ein festeres Zellgewebe. Die Gleichmäßigkeit in der Entwickelung von Mesophyll und Epidermiszellen ist von Kolkunoff und W. Heuser am Weizen bereits festgestellt worden. Kolkunoff benutzte die Länge der Spaltöffnungen als Maßstab für die Zellgröße

der ganzen Pflanze und wählte mit diesem Maßstab für das russische Binnenland kleinzellige Formen, die gegen Trockenheit standhafter sein sollen, zum Anbau aus. — Licht und Wärme spielen im Pflanzenhaushalt eine große Rolle. Meine Treibhaus- und Schattenversuche zeigen deutlich, daß ohne genügend Licht und Wärme die Pflanze nicht in der Lage ist, Körner voll zu entwickeln. Im Schatten und im Treibhaus wird das Epidermisgewebe zu schwach und dünn ausgebildet, sodaß die Pflanze nicht in der Lage ist, die Halmblätter zu tragen.

Die verschiedenen Sorten der Weizengruppe lassen sich ihrer Zellgröße nach folgendermaßen systematisch anordnen: Die Einkornreihe mit einer durchschnittlichen Zellgröße, (gemessen an der Länge der Spaltöffnung und der Breite der Langzellen) von 50—60 Teilstrichen, und einer Breite der Langzellen von 18—22 Teilstrichen. Die Emmerreihe hat eine durchschnittliche Zellgröße a) Spaltöffnungen von 67—79 Teilstrichen, b) Breite der Langzellen von 23—28 Teilstrichen aufzuweisen. Die Dinkelreihe, die unsere Hauptweizenformen: Triticum vulgare und Triticum capitatum umfaßt, besitzt folgende durchschnittliche Zellgröße: a) Länge der Spaltöffnung 78, b) Breite der Langzellen 28 Teilstriche. Die aus Macedonien stammende Vulgare-Form weist etwas kleinere Zellen auf.

In anatomischer Hinsicht ist jedes Blatt nach seiner Stellung am Halm anders zu bewerten. Die Basalblätter weisen dem Alter nach ebenfalls verschiedene Zellgrößen auf: Von unten nach oben steigt die Zahl der Epidermiszellen, ihre Größe nimmt dementsprechend ab. Bei den Halmblättern wiederholt sich diese Erscheinung. Ebenso ist auch an den Spelzen von unten nach oben ein Ansteigen der Zahlenverhältnisse festzustellen. Die Messungen der Spaltöffnungen an den Spelzen ist dadurch bedeutend erschwert, daß öfters tiefe Einschnitte, Rinnen und Stachelhaare die Spaltöffnungen verdecken. Das Zählen der Spaltöffnungen führt nur an den Gefäßbündeln zu einem richtigen Resultat, zwischen ihnen ist eine genaue Feststellung der Anzahl nicht gut möglich.

In den Steppen und Hochebenen, wo die Heimat unserer Stammformen des Weizens zu suchen ist, ist ein Abnehmen der Zellgröße zu konstatieren. Kolkunoff stellt von Westen nach Osten folgende Abnahme der Zellgrößen fest:

Sorte:	Länge der Spaltöffnungen in μ
Bordeaux-Weizen,	95,8
Chiddam-Weizen,	94,2
Elsässer-Weizen,	94,0
Heines-Weizen,	85,8
Bew. Turkistaner-Weizen,	80,6
Kubanka-Weizen,	74,0
Ulka-Weizen,	68,0
Turkistaner Gebirgs-Weizen	64,4

Fügen wir die Länge der Spaltöffnungen der Stammformen des Einkorn u. Emmers hinzu, so verläuft die Reihe folgendermaßen weiter:

Trit. dicoccoides	59 μ
Trit. aegilopodioides boeoticum	48 μ
Trit. aegilopodioides Thaoudar	45 μ

Nach W. Heuser hat „von der Malsburg“ bei den Haustieren dieselben Zusammenhänge zwischen Größe der Zellen und Oertlichkeit festgestellt.

Tabellen.

Zur Einführung in die folgenden Tabellen, sei darauf hingewiesen, daß die Anzahl der Stomata mit Hilfe des Netzokulars gewonnen wurden. Die Feldlänge desselben beträgt 500 μ, der Flächeninhalt $\frac{1}{4}$ qmm. Bei Vergleichen mit anderen Arbeiten, die 1 qmm. als Flächenmaß gewählt haben ist dies in Berücksichtigung zu bringen.

Die Größe der Spaltöffnungen wurde mit einem Zählokular-Mikrometer festgestellt, bei welchem jeder Teilstrich 0,9 Teilstriche des Objektivmikrometers ausmacht. Bei jedem 10. Teilstrich wäre demnach ein Teilstrich als Abweichung von der absoluten Zahl abzuzählen. Da jeder Teilstrich des Objektivmikrometers 0,01 mm. = 10 μ beträgt, so würde z. B. bei 60 Teilstrichen die absolute Zahl $60 - 6 = 54$ μ oder bei 80 Teilstrichen meiner Beobachtung $80 - 8 = 72$ μ zu setzen sein. Ich habe diese Umrechnung nicht vorgenommen, da die relativen Zahlen genau dieselben Schlüsse zulassen, wie die absoluten Zahlen. Bei Vergleichen mit andern Arbeiten ist die angedeutete Umrechnung erforderlich.

Zeichenerklärung:

O = Blattoberseite
U = Blattunterseite
P = Haare über Parenchym
B = Baststachelhaare
· = Teilstrich als Größenangabe
K = Kurzzelle oder Kieselzelle.

I. Triticum aegilopodioides.

Var. Thaoudar aus Klein-Asien.

II. Triticum aegilopodioides, in Kultur genommen (Halle).

Bezeichnung	I. Blatt unterst. Blatt		II. Blatt		III. Blatt		IV. Blatt	
I.	O.	U.	O.	U.	O.	U.	O.	U.
I. Stomata								
1. Anzahl: $^1/_4$ qmm.	27	19	29	20	30	20	—	—
2. Größe:	52	50	50	50	49	50	—	—
II. Haare,								
1. Anzahl:	P 28 B2	P 25	27 B3	P25	30 B5	P22	—	—
2. Größe:	45	30	25	28	35	30	—	—
	B=800-							
III. Breite der Langzellen.		18-		17-		18-	—	—
Basalbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	13	10	15	10	17	9	18	12
2. Größe	60	55	59	52	56	52	55	50
II. Haare								
1. Anzahl	16	14	22	20	26	24	22	27
2. Größe	80	80	95	80	90	80	90	85
III. Breite der Langzellen.		22		22		21		21
Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	20	16	19	17	20	17	22	18
2. Größe	60	62	60	60	62	62	60	60
II. Haare								
1. Anzahl	P18	27	20	26	27	26	23	22
2. Größe	15	10	12	10	15	10	12	10
III. Breite der Langzellen.		22		23		24		22

III. Triticum dicoccoides,
v. Herb. Haußknecht, Weimar. Aus Persien.

IV. Triticum dicoccum semicanum.
B = Pfl. des Botanischen Gartens,
V = Pfl. des Pfl. Versuchsfeld.

Bezeichnung	I. Blatt unterst. Blatt		II. Blatt		III. Blatt		IV. Blatt	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.	O.	U.
III. Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	19	12	20	12	22	13	—	—
2. Größe	68	67	68	64	60	64	—	—
II. Haare,								
1. Anzahl	25	21	27	23	29	25	—	—
2. Größe	95	80	90	75	85	70	—	—
III. Breite der Langzellen.		22		21		20	—	—
IV B Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	12	8	16	9	18	11	19	13
2. Größe	78	78	79	78	78	77	70	69
II. Haare,								
1. Anzahl	31	24	26	22	20	17	21	18
2. Größe	98	100	120	90	65	70	62	60
III. Breite der Langzellen.		29	28			26		25
IV V Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	19	15	21	17	23	16	23	19
2. Größe	77	74	68	67	68	70	72	73
II. Haare,								
1. Anzahl	14	15	22	15	20	28	34	22
2. Größe	100	110	120	110	95	80	85	80
III. Breite der Langzellen.		29		28		29		26

Va. Triticum durum murciense.

Bezeichnung	I. Blatt		II. Blatt		III. Blatt		VI. Blatt	
V. B. Halmbl.	O.	U.	O.	U.	O.	U.	O.	U.
I. Stomata								
1. Anzahl	13	12	17	13	18	13	20	14
2. Größe	71	70	71	70	70	69	67	66
II. Haare	00	00	00	8	10	20	12	8
Größe	00	00	00	05	10	10	15	25
III. Breite der Langzellen.		33		27		24		21
V. Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	13	12	18	15	19	15	22	19
2. Größe	74	72	66	68	70	62	58	52
II. Haare								
1 Anzahl	00	00	00	1	2	3	2	00
2. Größe	00	00	00	5	5	5	10	—
III. Breite der Langzellen.	28			25		22		20

Vb. Triticum durum aus Macedonien.

Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	18	15	20	15	22	19	27	21
2. Größe	78	76	75	70	72	71	70	70
II. Haare								
1. Anzahl	00	4K	6	8K	5	10K	3	8K
2. Größe	00	00	5	00	5	00	5	00
III. Breite der Langzellen.		22		22		22		21

VI. Triticum polonicum vestitum.

B = Pfl. d. Bot. Gartens,
V = Pfl. d. Vers. Station.
Br. d. L. = Breite der Langzellen auf der Blattunterseite.

Bezeichnung	I. Blatt		II. Blatt		III. Blatt		IV. Blatt	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.	O.	U.
VI B. Stomata								
1. Anzahl	15	12	18	13	18	15	19	14
2. Größe	75	74	78	79	70	68	70	66
II. Haare	9	3K	8	2K	4	2K	8	3K
Größe	10	00	5	00	5	00	5	00
III. Br. d L.		32		30		27		23
VI V. Stomata								
1. Anzahl	18	12	20	15	19	14	24	20
2. Größe	72	70	70	68	72	70	68	67
II. Haare,								
1. Anzahl	14	6	20	8	26	8	22	00
2. Größe	15	5	12	5	5	00	5	00
III. Br. d. L.		26		24		22		20

VII. Triticum compactum creticum.

VII B. Halmbl.								
I. Stomata A.	12	10	12	10	14	11	16	12
Größe	72	70	70	71	70	69	68	68
II. Haare,								
1. Anzahl	5	2K	6	3K	12	10K	10	11K
2. Größe	10	00	5	00	5	00	5	00
III. Br. d. L.		34		33		27		27
VII V. Halmbl.								
I. Stamata								
1. Anzahl	14	11	14	11	15	12	19	15
2. Größe	78	76	80	76	80	78	80	72
II. Haare,								
1. Anzahl	5	2K	4	2K	8	6K	14	12K
2. Größe	5	00	5	00	5	00	10	00
III. Br. d. L.		38		34		32		28

VIII. Triticum trugidum lustanicum.

B = Pfl. d. Bot. Gartens.
V = Pfl. d. Vers. Feldes.

Bezeichnung	I. Blatt		II. Blatt		III. Blatt		IV. Blatt	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.	O.	U.
VIII B. Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	14	11	15	13	17	15	20	17
2. Größe	75	74	74	74	70	70	68	66
II. Haare,								
1. Anzahl	20	21	18	11	25	15	22	12
2. Größe	25	38	20	17	10	10	5	5
III. Breite der Langzellen.		28		27		25		21
VIII V. Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	12	10	14	12	20	15	22	17
2. Größe	80	80	78	76	70	71	70	66
II. Haare,								
1. Anzahl	22	13	18	10	28	16	42	16K
2. Größe	50	38	30	25	40	35	25	16
III. Breite der Langzellen.		27		24		23		20

IX. Triticum spelta vulpinum.

B = Pfl. d. Bot. Gartens.
V = Pfl. d. Vers. Station.

IX B. Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	12	9	14	10	14	11	17	13
2. Größe	81	87	88	89	87	76	72	68
II. Haare,								
1. Anzahl	8	2	12	1	9	2K	20	2K
2. Größe	10	5	10	5	10	00	10	00
III. Breite der Langzellen.		34		30		30		26

Bezeichnung	I. Blatt		II. Blatt		III. Blatt		IV. Blatt	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.	O.	U.
IX. V. Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	13	10	14	11	19	14	22	18
2. Größe	88	90	87	89	76	76	70	66
II. Haare								
1. Anzahl	8	2	12	3	9	2K	20	2K
2. Größe	10	5	10	5	10	00	10	00
III. Breite der Langzellen.		33		30		27		22

X. Triticum vulgare lutescens.

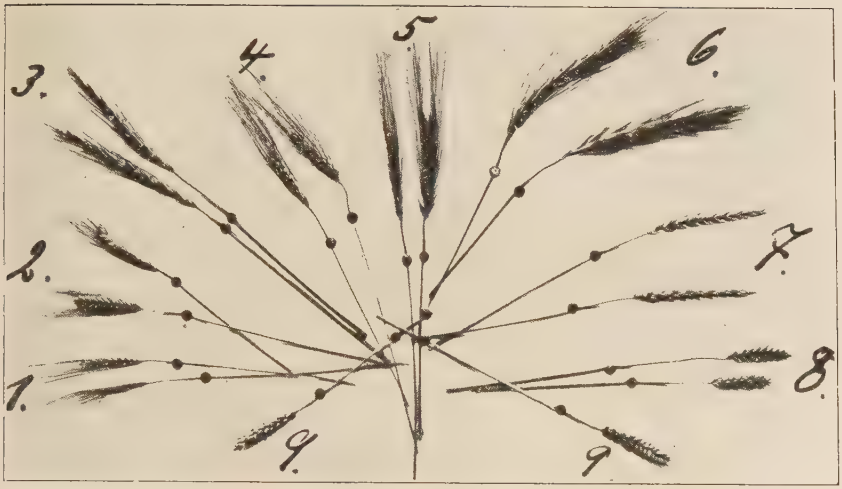
B = Pfl. d. Bot. Gartens,
V = Pfl. d Vers. Station.

X. B. Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	11	9	13	10	14	11	17	11
2. Größe	82	80	78	78	77	76	75	70
II. Haare								
1. Anzahl	8	3K	10	4K	6	5K	8	3K
2. Größe	25	10	15	00	15	00	10	00
III. Breite der Langzellen		33		27		26		25
X. V. Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	14	10	16	11	15	11	18	12
2. Größe	80	78	76	74	76	74	74	74
II. Haare								
1. Anzahl	3	8K	5	6K	8	4K	6	5K
2. Größe	10	00	10	00	10	00	10	00
III. Breite der Langzellen.		31		28		26		22

Xa. Triticum vulgare lutescens.

a = Düngungsversuch mit Schwefelsaurem Amoniak,
b = „ „ Kalkstickstoff,
c = „ „ 40%igem Kali,
d = „ „ 12%igem Kainit,
e = „ „ Thomasmehl.

Bezeichnung	I. Blatt		II. Blatt		III. Blatt		IV. Blatt	
	O.	U.	O.	U.	O.	U.	O.	U.
Xa Halmbl.								
I. Stomata								
1. Anzahl	11	9	13	9	15	10	16	9
2. Größe	90	90	85	82	78	80	80	78
II. Haare,								
1. Anzahl	1	00	2	2K	2	3K	1	00
2. Größe	20	00	15	00	15	00	15	00
III. Br. d. L.		29		28		27		25
b. Halmbl								
I. Stomata								
1. Anzahl	11	8	13	10	12	9	15	11
2. Größe	88	82	84	81	88	82	80	79
II. Haare								
1. Anzahl	2	4K	6	3K	10	00	11	00
2. Größe	60	00	45	00	50	00	40	00
III. Br. d. L.		30		29		28		25
c. Halmbl.								
I. Stomata	12	9	15	10	17	11	18	12
1. Anzahl								
2. Größe	80	81	79	78	78	77	76	78
II. Haare,	3	2K	4	2K	8	3K	8	2K
Größe	40	00	35	00	25	00	40	00
III. Br. d. L.		29		26		25		24
d. Halmb. St	11	8	14	10	16	12	17	11
Größe	84	82	76	74	74	72	76	74
II. Haare A.	8	00	14	4K	8	3K	6	4K
Größe	80	00	90	00	55	00	48	00
III. Br. d. L.		29		27		26		25
e. Halmbl. St.	16	11	18	12	18	13	19	12
Größe	78	76	72	69	70	70	72	74
II. Haare A.	6	2K	6	2K	2	4K	5	2K
Größe	80	56	35	20	35	00	25	00
III. Br. d. L.		28		26		25		22



Uebersicht über sämtliche Weizenformen:

1. Triticum monococcum,
2. „ dicoccum,
3. „ spelta,
4. „ durum,
5. „ turgidum,
6. „ polonicum,
7. „ vulgare,
8. „ compactum,
9. „ capitatum.

Wirkung der verschiedenen Standweite bei Triticum vulgare lutescens.

Topf	1	enthält	20	Pflanzen	m.	17	Aehren,	à Pfl.	17/20	Aehre.
„	2	„	4	„	„	8	„	„ „	2	Aehren.
„	3	„	1	„	„	5	„	„ „	5	„

Die morphologischen Unterschiede sind aus der Abbildung deutlich zu ersehen, die anatomischen habe ich im ersten Teil der Arbeit bereits hervorgehoben und festgestellt, daß die „Zwergformen“ kleinere Zellen aufweisen, als die Pflanzen in Topf 2 und 3. Die Gesamtzahl der Zellen erscheint dabei nicht vermindert zu sein. Die Töpfe haben keine Düngung bekommen und sind nur einmal, aber alle gleichmäßig begossen worden. Die „Zwergformen“ drohten nämlich Mitte Juli einzugehen, indem sie ihre Bläter einrollten und schlaff herunterhängen ließen. Nach dem Begießen haben sie sich wieder erholt, woraus entnommen werden darf, daß die Wasserknappheit noch größer gewesen sein muß als der Nährstoffhunger, unter dem die Pflanzen in Topf 1 sicherlich auch zu leiden hatten.

Ergebnisse:

Die Epidermiszellen des Weizenblattes zeigen einen ähnlichen Bautyp wie die Blätter der übrigen Gräser. Innerhalb einer Formengruppe finden wir bei gleichen Anbauverhältnissen geringe Unterschiede.

Klima und Standort haben einen großen Einfluß auf die Ausbildung der Zellhaut, und zwar in der Hinsicht, daß Bodenfeuchtigkeit und Nährstoffreichtum ein größeres Gewebe herbeiführen, dagegen anhaltende Trockenheit kleinzellige Formen mit starker Cuticul hervorruft.

Behaarung, Wachsbezug und Furchung des Blattes können als Schutz gegen zu starke Transpiration an Bedeutung gewinnen, wie dies bei den mehr xerophytischen Stammformen des Weizens der Fall ist.

Die Basalblätter zeigen einen hygrophytischen, die Halm- und Hochblätter (Spelzen) einen xerophytischen Charakter.

Die Anzahl der Epidermiszellen steigt bei den einzelnen Blattserien von Unten nach Oben, sodaß an den obersten Blättern die größte Zellenzahl zu finden ist.

An jedem einzelnen Blatt ist ebenfalls ein Ansteigen der Zahl der Zellen von der Basis bis zur Blattspitze festzustellen.

Die Größe der Zellen steht zur Anzahl im umgekehrten Verhältnis, sodaß am obersten Blatt die kleinsten Zellen zu finden sind.

Die Blattspreite weist bei allen Sorten auf der Oberseite mehr Stomata auf als an der Blattunterseite.

Gelenk- oder Blasenzellen sind nur auf der Blattoberseite vorhanden. Die Unterseite zeigt durchweg stark verzahnte Langzellen, die auf der Oberseite in der Regel nur über Bast deutlich gewellt sind. Auf der Blattunterseite fehlen sehr oft die langen Stachelhaare, dagegen sind hier Kurzzellen sehr zahlreich entwickelt.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. Karsten für das rege Interesse, das er mir stets erwiesen hat.

Literatur-Verzeichnis.

1. 1875. Duval-Jouve, Histotaxie des feuilles de Graminées, Ann. des sciences nat., Bd. I.
2. 1881. Haberland, Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen. Pringsh. Jahrb. Bd. XIII.
3. 1882. Arechoug, Der Einfluß des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbes. auf die anatomische Struktur der Blattorgane. Englers Jahrb. Bd. V.
4. 1882. Hackel, Ed., Monographie Festucarum, Kassel.
5. 1882. Tschirch, Beiträge zur Anatomie und dem Einrollungs-Mechanismus der Grasblätter, Pringsh. Jahrb. Bd. XIII.
6. 1883. Westermaier, Ueber Bau und Funktion des pflanzlichen Hauptgewebesystems. Pringsh. Jahrb. Bd. XIV.
7. 1886. Güntz, Untersuchungen über die anatomische Struktur der Gramineenblätter in ihrem Verhältnis zu Klima und Standort, Diss. Leipzig 1886.
8. 1889. Schwendener, Die Spaltöffnungen der Gramineen und Cyperaceen, Sitzgsber. der Preuß. Akademie der Wissensch. zu Berlin,
9. 1890. Derselbe, Die Mestomscheiden der Gramineenblätter, ebendaselbst,
10. 1896. Grob, Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. Bibl. bot. Bd. VII Heft 36.

11. 1896. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie.

12. 1905. Lohauß, Der anatomische Bau der Laubblätter der Festucaceen und dessen Bedeutung für die Systematik. Bibl. bot. Bd. XIV.

13. 1905. Kolkunoff, Zur Frage der Züchtung Trockenheit liebender Pflanzen, Mittlg. d. Polytechnikums zu Kiew.

14. 1907. Derselbe, Ueber die Abhängigkeit der Größe der Assimilation von der Größe der Spaltöffnungen bei den Gramineen. Journ. f. exper. Landwirtschaft.

15. 1910. Soenke, Läßt sich ein Rückschluß auf die Provenienz von Englisch Raygras und Knaulgras aus der Anzahl der Spaltöffnungen auf der Flächeneinheit dieser Gräser ableiten? — Diss. Königsberg 1910.

16. 1913. von Skrbensky, Versuch über den Wasserverbrauch verschiedener Gräser unter den verschiedenen Verhältnissen. Diss. Göttingen 1913.

17. 1914. Frohnmeyer, Die Entstehung und Ausbildung der Kieselzellen bei den Gramineen, Diss. Stuttgart 1914.

18. 1915. Heuser, Die Bedeutung der Zellgröße für die Pflanzenzüchtung, Diss. Halle 1915.

19. 1916. Zur Physiologie des Spaltöffnungsapparates, Sitzungsber. der K. Akademie der Wissensch. Wien. v. Hagem.

20. 1916. Linsbauer, Beiträge zur Kenntnis der Spaltöffnung, Flora Bd. IX.

21. 1918. Derselbe, Ueber die Physiologie der Spaltöffnungen, „Die Naturwissenschaften“ Heft 8 und 9.

Lebenslauf.

Ich, Meinert Lorenzen, evangelischer Konfession, wurde am 5. Dezember 1893 als Sohn des Landwirts Andreas Christian Lorenzen und seiner Ehefrau Christine Nicoline, geb. Hansen, zu Krakebüll in Schleswig-Holstein geboren.

Bis zur Konfirmation besuchte ich die Volksschule in Humptrup, darauf das Seminar in Tondern. Nach bestandenem Lehrerexamen trat ich am 8. August 1914 als Kriegsfreiwilliger in das Heer ein. Nach meiner Beförderung zum Reserveoffizier am 22. Mai 1915 habe ich als Zug- und Kompagnieführer beim Feldrekrutendepot der II. Garde-Res.-Division, dann als Bataillonsadjutant des III. Bataillons Res.-Inf.-Reg. 15 dem Vaterlande gedient Durch eine schwere Verwundung am 17. Oktober 1915, wurde ich dauernd der Front entzogen. Als Genesender begann ich 1916 die Vorbereitung zur Reifeprüfung, welche ich am 7. Juni 1917 an der Oberrealschule zu Delitzsch bestanden habe.

Seit November 1916 habe ich in Halle die Vorlesungen folgender Herren Professoren besucht: Wohltmann, Frölich, Holdefleiß, Steinbrück, Disselhorst, Bode, Hollrung, Karsten, Haecker, Mie, Pringsheim, Schulz, Menzer, Martiny und Ziehen.

Allen Herren an dieser Stelle meinen herzlichen Dank.

Berichtigung.

Auf	S.	5	lies	statt	Gramminien, Grammineen
„	„	6	„	„	dicocoides, dicoccoides
„	„	6	„	„	darum, durum
„	„	8	„	„	Hauptwachstum, Hautwachstum
„	„	8	„	„	Meristenzustande, Meristemzustand
„	„	9	„	„	Anpassung am Klima und Standort, Anpassung an Klima und Standort
„	„	9	„	„	Wasserspeigerung, Wasserspeicherung
„	„	20	„	„	stand mit Trit aegil., stand mir Trit. aegil.
„	„	40	„	„	Trit. trugidum lustaninicum, Trit. turgidum lusitanicum.
„	„	45	„	„	Cuticul, Cuticula.
„	„	47	„	„	Haberland, Haberlandt.